Frankliniella occidentalis (Pergande 1895) (Thripidae: Thripinae) un posible bioindicador de la condición del medio ambiente.

Axel P. Retana-Salazar **1, 2,** Olman Alvarado-Rodríguez **1,** Jesús A. Rodríguez-Arrieta **1, 3**

1 Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC), Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica, 2060.
2 Escuela de Nutrición, Facultad de Medicina, Ciudad de la Investigación, Universidad de Costa Rica, 2060.
3 Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, 2060

Resumen. En este trabajo se evalúa la utilidad de *Frankliniella occidentalis* como especie bioindicadora. El estudio consta de dos enfoques 1) los datos de la colección de Thysanoptera de Costa Rica sobre la presencia de esta especie y las localidades en que se halla y 2) de un estudio llevado a cabo durante 13 meses durante los años 2006-2007 en dos áreas del Jardín Botánico Lankester ubicado en la provincia de Cartago, Costa Rica una de bosque secundario maduro y otra de jardines. Se aplicaron pruebas estadísticas de χ^2, Fisher y t para comparar los datos. Las diferencias entre los muestreos indican una alta significancia entre ambos tipos de sitios comparados, las áreas boscosas y las áreas perturbadas. La especie *F. occidentalis* en Costa Rica se halla fuertemente asociada a sistemas de alta perturbación por lo que puede ser de utilidad como boindicador de perturbación ambiental.
Palabras clave. *Frankliniella occidentalis*, bioindicación, áreas perturbadas, bosques.

***Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895)(Thripidae: Thripinae) a possible biomarker of environmental condition.**

Abstract. In this paper the usefulness of *Frankliniella occidentalis* as bioindicator species is evaluated. The study consists of two approaches 1) data collection of the Thysanoptera from Costa Rica on the presence of this species and the localities in which it is and 2) a study conducted over 13 months between year 2006-2007 in both areas of the Lankester Botanical Garden in Cartago, Costa Rica, mature secondary forest and gardens. $\chi 2$, Fisher and t statistical test were applied to compare the data. Differences among the samples indicate a high differences significance between the two types of areas compared, forested and disturbed. The species *F. occidentalis* in Costa Rica is strongly associated with high disturbance systems that may be useful as boindicador of environmental disturbance.
Key words. *Frankliniella occidentalis*, bioindication, disturbed areas, woodland.

INTRODUCCIÓN

El género *Frankliniella* Karny 1910, es el segundo más biodiverso dentro de Thripidae, superado en número de especies solo por el género *Thrips* Linnaeus 1758 (Retana-Salazar 2010). *Frankliniella* con más de 200 especies descritas parece ser de origen neotropical ya que se cuenta con cerca del 90% de las especies en la Región Neotropical (Retana-Salazar, 2010). Algunas de sus especies son de importancia económica como plagas de cultivos de importancia para el hombre (Retana-Salazar y Mound,

1994). Recientemente se ha reportado que algunas especies pueden servir como bioindicadores, como es el caso de *Frankliniella intonsa* (Trybom 1895) en Rumania (Vasilu-Oromulu *et al.* 2008). Se ha hallado relación de la condición del medio con el cambio en la tisanopterofauna de un determinado sitio por lo que pueden ser de utilidad como indicadores de cambio en los agroecosistemas (Lewis, 1973), de igual forma son de utilidad en la indicación del estado de sucesión en sistemas forestales (Retana-Salazar, 2006), al igual que como indicadores de cambio climático (Vasilu-Oromulu, 2002) y como indicadores de polución (Vasilu-Oromulu *et al*. 2008).

Los estudios referentes a este tema en América Latina son pocos y los primeros resultados que indican asociación de la tisanopterofauna con un cambio en el medio ambiente se registran a través de un estudio que determina que las comunidades de thrips de suelo mantienen cierta estructura característica en los bosques menos alterados (Retana-Salazar, 2006).

Los géneros de thrips neotropicales asociados a suelos se hallan fuertemente condicionados a los sistemas forestales no alterados o de grandes periodos de regeneración (Retana-Salazar, 2006). Estos hallazgos le da una nueva dimensión de estudio a este grupo de insectos que tiene importancia económica tanto por las especies plaga, como por su función en polinización y algunas especies han sido utilizadas exitosamente como control biológico de plagas (Cambero-Campos *et al*. 2011).

Aunque las observaciones de campo de los taxónomos sobre la distribución de algunas especies de thrips asociados a flores y follajes indican la posible preferencia por sistemas perturbados. Por ejemplo, en Colombia la especie *Frankliniella occidentalis* (Pergande 1895) se halla prácticamente restringida a invernaderos (Mound y Marullo, 1996), lo que indica cierta afinidad a sitios alterados. Sin embargo, esto no ha sido evaluado. El objetivo de este estudio es presentar datos preliminares que permitan evaluar otras especies de tisanopteros como bioindicadoras de perturbación en los trópicos, existiendo una línea base como lo es *F. intonsa* en Europa.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se elaboró un estudio de investigación como piloto del Proyecto ThySA (Thysanoptera como indicadores de Salud Ambiental) del Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC) de la Universidad de Costa Rica.

Datos de colección. En una primera fase se tomaron datos de la Colección Institucional de Thysanoptera, CIEMIC-UCR para las localidades y el estado de perturbación de la misma. Con estos datos se elabora un cuadro que permite comparar a nivel nacional la presencia de esta especie y en qué estado de las áreas de muestreo. Esto abarcó un periodo de 20 años. Estos datos pueden tener sesgo de esfuerzo por lo que se acompañan de datos de campo que puedan darle mayor respaldo a los análisis.

Sitio de estudio. Los muestreos se efectuaron en los jardines y el bosque secundario maduro del Jardín Botánico Lankester (JBL) (9°50´24,07´´N, 83°53´17,33´´W), en Paraíso de Cartago, Provincia de Cartago, Costa Rica. Los muestreos se efectuaron

entre agosto de 2006 y agosto de 2007, en fechas entre el 15 y el 25 de cada mes, en los días miércoles.
Forma de muestreo. Se establecieron muestreos reiterados durante 13 meses que incluyen los cambios estacionales para poder establecer patrones debidos a la estacionalidad. Se tomaron 20 muestras por mes en solución AGA, la cual se prepara con una parte de ácido acético, una parte de glicerina y ocho partes de alcohol al 60%, el muestreo se efectuó mediante recolecta directa con una intensidad de cinco golpes en la vegetación por cada evento de muestra, diez muestras se tomaron en la zona de ingreso al Jardín Botánico en los jardines, las otras diez se tomaron en el bosque secundario adentrándose 20 metros a partir del borde. Cada muestra se tomó con un intervalo de cinco metros de separación con lo que las diez muestras incluyen un transecto de 50 metros dentro de cada sitio de muestreo.

Se tomaron en cuenta registros de colección en los que se tiene datos completos acerca de localidad, hospedero y estado de perturbación del sitio. De las 41 localidades con estos datos 14 cuentan con datos de recolecta en bosques cercanos pertenecientes a la misma zona geográfica.
Análisis de datos. Se analizan los datos de presencia de *Frankliniella occidentalis* en diferentes localidades utilizando la prueba de χ^2 proporcional al tamaño de las muestras, para determinar la relación de las variables. En el caso de la comparación entre los datos del bosque secundario maduro y los jardines del JBL se aplicó una prueba de Fisher modificada y una prueba de t de dos colas, por la diferencia entre los tamaños de las muestras (Press *et al*. 2002). Se establecen comparaciones estadísticas que permitan determinar si existe tendencia de esta especie a asociarse a sistemas alterados.

RESULTADOS

Datos registrales de las recolectas de *Frankliniella occidentalis*.

En 41 sitios alterados se han hallado 941 muestras positivas, mientras que en las 14 zonas boscosas aledañas a 14 de estas zonas alteradas se han recolectado nueve muestras positivas, una comparación aplicando una prueba de χ^2 proporcional indica que existe una diferencia altamente significativa entre las recolectas en zonas alteradas contra zonas de baja o nula alteración (1°L, χ^2=465,63, p<<<0,001).
Al efectuar la misma prueba solo para las 14 zonas en que dispone de muestras comparativas entre zona alterada y no alterada, se obtiene para la primera 318 muestras positivas, mientras que para las no alteradas se registran nueve muestras positivas, se evidencia la misma tendencia altamente significativa (1°L, χ^2=291,99, p<<<0,001).

Provincia	Localidad	Alterada	No Alterada
San José	Cerro de la Muerte*	75(3,4)(10)	5(bII)(10)
	Pérez Zeledón	5(2)(1)	
	Cerro Zurquí*	84(3,4)(10)	0(bI)(10)
	San Sebastián	9(2,4)(17)	
	San Pedro de Montes de Oca*	32(2)(10)	1(bII)(10)
	Parque Metropolitano de la Sabana	13(2,3)(4)	
	Parque de la Paz	8(2,3)(3)	
	Parque Nacional de San José	6(2)(2)	
	La Uruca	7(2)(4)	
Heredia	Puerto Viejo*	8(2)(6)	0(bII)(6)
	Estación Biológica La Selva*	9(2,3,4)(10)	0(bI,II)(10)
	Río Frío	5(2)(2)	
	La Virgen	7(2,3)(1)	
	Heredia Centro	12(2)(3)	
	Birrí	5(2)(5)	
	Santa Bárbara	3(2)(1)	
Alajuela	Sede Univers. de Occidente, San Ramón	12(2)(2)	
	Valverde Vega	220(1,2,4,5)(10)	
	Brasil de Alajuela	126(1,2,4)(10)	
	San Carlos*	15(1,2,4)(3)	3(bII)(10)
	Zarcero	10(1,2)(10)	
Cartago	Ochomogo	22(2,3)(5)	
	El Empalme	18(3,4)(7)	
	Tierra Blanca	6(2,3)(2)	
	El Guarco	5(2,3)(2)	
	Paraíso	7(2,3)(2)	
	Orosi	55(1,2,3)(2)	
Limón	Guápiles	10(2)(2)	
	Cahuita*	5(2,3)(2)	0(bII, I)(2)
	Gandoca-Manzanillo*	5(2,4)(2)	0(bI)(2)
	Limón centro	9(2)(2)	
Puntarenas	San Vito de Coto Brus	25(2,3)(6)	
	Cotón*	15(2,4)(6)	0(bI)(6)
	Montreverde*	5(2)(2)	0(bI)(2)
	Recinto Universitario del Pacífico	7(2)(2)	
	Estación Biológica La Cruces*	4(2)(2)	0(bI)(2)
	Rincón de Osa*	45(2,4)(2)	0(bI)(2)
Guanacaste	Lomas de Barbudal*	9(2,4)(1)	0(bII)(1)
	Palo Verde*	7(4)(2)	0(bII)(2)
	Liberia	6(2)(2)	
	La Mansión de Nicoya	5(2)(1)	
Tot. de muestras positivas		941	9

Tabla I. Localidades presentes en los registros de recolecta del autor, ordenadas por provincia en Costa Rica (datos desde el año 1990 hasta 2007 en algunos registros). El número fuera de paréntesis indica el número de registros positivos para esta especie, el primer paréntesis establece el tipo de sistema muestreado (invernadero 1, jardín 2, orilla de carretera 3, matorral 4, cultivo de tomate 5, bosque b (primario I, secundario II), * indica zonas con muestreos en áreas perturbadas y no perturbadas adyacentes), en el segundo paréntesis se registra el número de años entre el primer y último muestreo.

Datos de recolecta en el Jardín Botánico Lankester (JBL).

Muestreo por mes	Bosque Secundario Maduro		Jardines	
agosto 2006	10	0	10	3
setiembre 2006	10	0	10	4
octubre 2006	10	0	10	2
noviembre 2006	10	0	10	1
diciembre 2006	10	0	10	0
enero 2007	10	0	10	0
febrero 2007	10	0	10	1
marzo 2007	10	3	10	11
abril 2007	10	2	10	14
mayo 2007	10	0	10	6
junio 2007	10	0	10	5
julio 2007	10	0	10	2
agosto 2007	10	0	10	3
Total de individuos	130	5	130	52

Tabla II. Datos de recolecta en bosque secundario maduro y jardín en el JBL, Paraíso de Cartago, Costa Rica, entre agosto de 2006 y agosto de 2007. En cada columna rotulada como Bosque secundario maduro y jardín la subcolumna de la izquierda corresponde al número de muestras tomadas y la de derecha al número de individuos obtenidos

Se tomaron en ambos sitios un total de 130 muestras, de las cuales en bosque secundario se obtuvieron cinco individuos, mientras que en jardín se obtuvieron 52, una prueba de χ^2 para el número de individuos indica una diferencia altamente significativa entre ambos tipos de sistema ecológico (1°L, χ^2=38,75, p<<<0,01). Esto significa un total de dos muestras positivas en zona de baja alteración contra 11 muestras positivas en zonas alteradas (jardines), una prueba de Fisher modificada establece que hay diferencias altamente significativas entre el número de muestras positivas en cada sitio (1°L, χ^2=6,23, p<0,01). Una prueba de t de dos colas para los datos tomados mensualmente indica diferencias altamente significativas entre ambos sistemas (13,24°L, p=9,8721x10^{-3}).

Los porcentajes de muestras positivas en bosque y zona alterada obtenidos de los datos de colección para las 41 localidades son 97,25% en zona alterada, y 2,75% en zona no alterada. Estos mismos porcentajes para los datos obtenidos en el Jardín Botánico Lankester son 84,62% en zonas alteradas (jardines), y 15,38% en zona no alterada, manteniendo la tendencia que se evidencia en los estadísticos.

DISCUSIÓN

Uno de los mayores problemas de la bioindicación es contar con especies sensibles y que sean abundantes. De la dificultad de obtener estas dos condiciones en conjunto se han investigado otros factores que pueden servir como parámetros de la condición del medio (van Straalen, 1997; Garita-Cambronero *et al.* 2006).

Un problema ecológico acerca de la abundancia es que este factor demográfico es el que define que una especie sea rara, frecuente o común. Entre el 75 y 90% de las especies son raras, frecuentes es un 20% y comunes cerca de un 5% (Gaston, 1994; Guttman, 1999). Los datos obtenidos nos permiten establecer que a diferencia de otras especies, *F. occidentalis* es relativamente de fácil recolección, lo que facilita mucho su uso como especie indicadora.

Actualmente se sabe que hay relación de la condición del medio con el cambio en la conformación de la tisanopterofauna de un determinado sitio (Lewis 1973, Retana-Salazar 2006) por lo que estos insectos pueden ser de utilidad como indicadores. Recientemente se ha hallado que algunas especies como *Frankliniella intonsa* pueden ser de utilidad en bioindicación (Vasilu-Oromulu *et al*. 2008).

En lo referente a los datos obtenidos de los registros de colección o de la base de datos para la misma se evidencia una clara tendencia a que la especie *F. occidentalis* sea hallada en sitios alterados. Al efectuarse muestreos sin una planificación dirigida a la obtención de muestras de datos para estudios ecológicos, los resultados pueden verse sesgados por el esfuerzo de muestreo efectuado entre diferentes zonas de estudio, lo cual podría de alguna forma invalidar las comparaciones estadísticas. Sin embargo, los resultados evidencian patrones muy marcados para esta especie.

Por otra parte, los datos para esta especie, tomados de forma sistemática en el JBL indican una tendencia similar, lo que robustece la evidencia de los datos registrales de las colecciones de esta especie. Estos datos se complementan entre sí ya que los datos registrales permiten una evaluación de más de 40 localidades en casi dos décadas de muestreos, pudiéndose generalizar conclusiones al menos a nivel local.

Los datos obtenidos durante 13 meses de muestreo riguroso, en el JBL llena dos aspectos importantes ausentes en los datos generados únicamente por las colecciones, el primero es la comparación rigurosa y sistemática entre una zona alterada y una no alterada, coincide con las diferencias halladas entre ambas zonas presentes en los datos de colección.. El segundo aspecto es que la única provincia, para la cual no se contaba con datos de zona forestal era precisamente Cartago, con el desarrollo de este experimento también se llena este vacío..

Es importante señalar que si bien los datos que se tienen para evaluar estacionalidad son pocos, parece existir una tendencia a que haya un incremento de las poblaciones de *F. occidentalis* en los meses más secos del año, como son marzo y abril, esto coincide con los datos de estacionalidad presentado por otros autores (Lewis, 1973; Lacasa-Plasencia y Llorens-Climent, 1996). Los datos de Soto-Rodríguez y colaboradores (2009) ponen de manifiesto esta estacionalidad que se refleja en los datos obtenidos en este estudio.

Los resultados obtenidos de las recolectas efectuadas indican que la especie *F. occidentalis* se halla asociada a zonas de alta perturbación, este dato puede ser de gran interés ya que esta especie parece comportarse de manera similar a *F. intonsa* en Europa

(Vasilu-Oromulu *et al.* 2008). Es posible que *F. occidentalis* tome en América el papel ecológico de *F. intonsa* en Europa. En este caso *F. occidentalis* es de utilidad dado que se halla asociada a sistemas ecológicos altamente perturbados, y en consecuencia su presencia puede ser de utilidad demostrando que el área donde se encuentre se halla precisamente perturbada.

Especies de *Frankliniella* con potencial en bioindicación.

Las observaciones de campo de los últimos 17 años de recolecta, indican que especies como *F. occidentalis* y *F. insularis* (Franklin 1908) podrían evidenciar sistemas perturbados. Los datos expuestos en este trabajo indican el potencial en bioindicación en Costa Rica de la primera. La segunda no ha sido estudiada en este aspecto pero los datos de su biología como su amplio ámbito de hospederos, y su amplia distribución (Retana-Salazar y Rodríguez-Arrieta, 2012), indican que es factible que tenga propiedades que le faciliten ser utilizada como bioindicador.

Frankliniella occidentalis se halla ampliamente distribuida en todo el país, lo que le da una enorme facilidad para ser utilizada. Pocas especies tienen tantos estudios acerca de su biología y comportamiento como *F. occidentalis*, lo que facilita su comparación. Un reciente estudio establece que se trata de una especie altamente variable a nivel mundial y muy polífaga en la que se informan al menos 56 especies de hospederos en 24 familias para Cuba y 244 especies en 62 familias a nivel mundial (Pérez, 2006). Sin embargo, parece ser que los morfotipos son estables en cada región, esta especie se le puede hallar con mayor facilidad en asteráceas en Costa Rica (Mound y Marullo, 1996). Junto a esto los resultados concluyentes de este trabajo confirman el hecho de que esta especie se halla fuertemente asociada a sistemas ecológicos perturbados, por lo que es una especie con un alto potencial para la bioindiación de un medio alterado .

Especies indicadoras y problemas en su implementación.

A través de la historia el hombre le ha buscado diversos usos a las especies que lo rodean (Guttman, 1999). Sin embargo, para que una especie pueda ser implementada al uso cotidiano, es necesario que primero cumpla dos requisitos básicos, el primero que sea abundante para que pueda ser fácilmente utilizada y el segundo que su ciclo de vida sea corto, ya que eso permite reproducirla con los fines esperados o ver los efectos sobre su ciclo vital.

En un taller promovido por la Organización para Estudios Tropicales (OTS) en la Estación Biológica La Selva, en Costa Rica, a principios del 2007, se discutió la importancia de la bioindicación. Aunque algunos parámetros como la abundancia de ciertas especies de árboles o su cambio fenológico pueden ser indicadores precisos de la condición del medio su implementación es compleja por lo extenso de sus ciclos vitales.

Esto mismo sucede con los estudios de vertebrados, los cuales aunque tienen ciclos más cortos siguen siendo extensos si se desea una evaluación rápida del sistema. Por ejemplo los datos obtenidos de los cambios de abundancia de las especies de anfibios y reptiles son un excelente parámetro de evaluación del medio, pero los datos

se tomaron a lo largo de 35 años (Whitfield *et al.* 2007). Este periodo es muy prolongado para poder establecer estrategias de conservación a tiempo.

En este sentido los grupos de invertebrados como artrópodos y nemátodos pueden ser de gran utilidad para la obtención de datos en lapsos cortos de tiempo, gracias a sus ciclos de vida reducidos (Retana-Salazar, 2006). El mayor problema que se enfrenta con estos grupos es la gran cantidad de especies nuevas, lo cual restringe su uso, por desconocimiento de las especies involucradas y de sus respectivas biologías. En este sentido es importante hallar especies cosmopolitas con patrones ya estudiados en otras latitudes.

Esta práctica conlleva riesgos considerables en la interpretación de los datos. Por ejemplo, en Norte América se ha iniciado el uso de numerosas especies de Trichoptera, Ephemeroptera y Odonata como bioindicadores de la condición de los sistemas acuáticos y en algunos países de la región se ha implementado el uso de algunas herramientas como el índice BMWP´ en los cuales se hacen valoraciones cualitativas donde se le asignan valores a ciertas familias de invertebrados acuáticos según se asocien a aguas limpias o no (Hahn-von Hessberg *et al*. 2009). No obstante, en otras publicaciones se presentan datos en los cuales algunas familias clasificadas indicadoras de alta calidad de aguas se pueden hallar en diferentes calidades de agua (González-Meléndez *et al.* 2013). Esto deja en entredicho la confiabilidad de un índice creado para regiones templadas adaptado a las condiciones del neotrópico.

En los últimos 20 años se ha generado gran cantidad de información referente al uso de los microartrópodos del suelo como bioindicadores de la condición edáfica (Gupta y Yeates, 1997, Rodríguez-Arrieta y Retana-Salazar 2010). Los artrópodos que más se han utilizado son los de más fácil recolección como Collembola y Oribatida (van Straalen, 1997). De una manera novedosa se ha establecido que, independientemente de la determinación de las especies, uno de los mejores indicadores de la condición del medio es la diversidad (van Straalen, 1997) como la entropía asociada a los flujos de energía y la diversidad asociada (Garita-Cambronero *et al.* 2006).

El hallazgo de los thrips con potencial bioindicador en este sentido tiene una amplia ventaja gracias a las claves que ya existen para el neotrópico, provistas por Retana-Salazar y colaboradores (2010), Retana-Salazar (2010), Johansen (1998) y Johansen y Mojica-Guzmán (2003). Obtener datos confiables conlleva un enorme esfuerzo de muestreo, si la especie que se utiliza como parámetro es además escasa, esto multiplica los esfuerzos necesarios para poder utilizarla. En síntesis, los grupos de artrópodos como Collembola, Oribatida y Thysanoptera pueden ser excelentes bioindicadores, pero es necesario conocer con mayor detalle la fauna regional y sus condiciones ecológicas, para poder definir los grupos y especies que son de utilidad en la bioindicación.

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto "Diagnóstico y Ultraestructura de los thrips de Mesoamérica (Insecta: Thysanoptera)" 810-A6-239, que permitió efectuar este estudio piloto para el futuro desarrollo del proyecto ThySA. A José Antonio Vargas por sus comentarios al manuscrito. A Alcides Sánchez por la lectura y revisión del manuscrito. A Liuva Pérez especialista en Thysanoptera del Sistema Cuarentenario de la Habana, Cuba, por facilitar la revisión de la Colección del Sistema Cuarentenario y por facilitar literatura para este trabajo. A los revisores anónimos que ayudaron a que este trabajo mejorara.

BIBLIOGRAFÍA

Cambero-Campos, J., Johansen, R., García-Martínez, O., Cerna Chaves, E., Robles-Bermúdez, J. & Retana-Salazar, A.P. 2011. Species of thrips (Thysanoptera) in avocado orchads in Nayarit, Mexico. *Florida Entomologist* 94(4):982-986.

González-Meléndez, V., Caicedo-Quintero, O. & Aguirre-Ramírez, V. 2013. Aplicación de los índice de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP en la quebrada de La Ayurá, Antioquia, Colombia. *Revista Gestión y Ambiente* 16(1):97-108.

Garita-Cambronero, J., Duarte-Madrigal, A., & Retana-Salazar, A.P. 2006. Indicadores eficientes de salud edáfica. *Métodos en Ecología y Sistemática* 1(1):23-32.

Gaston, K.J. 1994. *Rarity*. Chapman Hall. London, U.K. 205p.

Guillén, C., Soto-Adames, F., & Springer, M. 2006. Diversidad y abundancia de colémbolos edáficos en un bosque primario, un bosque secundario y un cafetal en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 30 (2): 7-17.

Gupta, V.V.S.R. & Yeates, G.W. 1997. Soil Microfauna as Bioindicators of Soil Health. In: Pankhurts, C.E., Double, B.M. & Gupta. V.V.S.R. eds. *Biological Indicators of Soil Health*. CAB International, Wallingforth, UK, pp. 201-233.

Guttman, B.S. 1999. *Biology*. The Structure of Biological Communities. WCB McGraw-Hill, pp. 556-578.

Hahn-von Hessberg, C.M., Toro, D.R., Alberto Grajales-Quintero, A., Duque-Quintero, G.M. y Serna-Uribe, L. 2009. Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la Estación Piscícola, Universidad de Caldas, Municipio de Palestina, Colombia. *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural* 13(2):89-105.

Johansen RM. 1998. The *Frankliniella curiosa* species group (Thysanoptera: Thripidae). Revista de Biología Tropical 46(3):717-738.

Johansen RM & Mojica-Guzmán A. 2003. The Mexican *Frankliniella aurea* Moulton, F. *bisaetavenusta* sp.nov, and *F. prothoraciglabra* sp nov., species assemblages in the "*intonsa* group" (Insecta, Thysanoptera: Thripidae). Acta Zoológica Mexicana (n.s.) 89:201-240.

Lacasa-Plasencia, A. & Llorens-Climent, J.M. 1996. *Thrips y su control biológico (I).* Serie Divulgativa Técnica 17. Edición Especial para la Consejería del Medio Ambiente, Agricultura y Agua de la Región de Murcia. 218p.

Presidencia de la República. 2007. Reglamento para la Evaluación y Clasificación de la Calidad de Cuerpos de Agua Superficiales. *La Gaceta*, Decreto Nº 33903-MINAE-S. N°178, 17 de setiembre de 2007. 7p.

Lewis, T. 1973. *Thrips their biology, ecology and economic importance.* London, Academic Press. 349p.

Mound, L.A. & Marullo, R. 1996. *The thrips of Central and South America: An Introduction (Insecta: Thysanoptera)*. Mem. Entomol. 487 p.

Pérez-López, L. 2006. Algunos aspectos sobre la plaga cuarentenarias en Cuba *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae). *Métodos en Ecología y Sistemática* 1(3):1-9.

Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T. & Flannery, B.P. 2002. *Numerical Recipes in C. The Art of Scientific Computing*. 2nd. Ed. Cambridge University Press, New York, USA. 994 pp.

Retana-Salazar, A.P. 2006. Thrips como indicadores (Insecta: Thysanoptera). *Metódos en Ecología y Sistemática* 1(3):1-4.

Retana-Salazar, A.P. 2010. El grupo genérico *Frankliniella*: el significado filogenético de sus principales caracteres morfológicos (Thysanoptera: Thripidae, Thripini). Métodos en Ecología en Sistemática 5(3):1-22.

Retana-Salazar, A.P. & Mound, L.A. 1994. Thrips of the *Frankliniella minuta* group (Insecta: Thysanoptera) in Costa Rican Asteraceae flowers. *Revista de Biología Tropical* 42(3):639-648.

Retana-Salazar, A.P., Cambero-Campos, O.J., Sánchez-Monge, A. & Rodríguez-Arrieta, J.A. 2010. Key to the Central American and Caribbean species of the *Frankliniella minuta* group (Thysanoptera: Thripidae) with the description of a new species. Métodos en Ecología y Sistemática 5(2):27-35.

Retana-Salazar, A.P. & Rodríguez-Arrieta, J.A. 2012. Aspectos de la biología de *Frankliniella insularis* Franklin 1908 (Thysanoptera: Thripidae) con especial énfasis en el sitio de pupación en la flor de *Tabebuia rosea* (Bertol) en el Valle Central de Costa Rica. *Revista gaditana de Entomología* 3(1-2):69-84.

Rodríguez-Arrieta, J.A. & Retana-Salazar, A.R. 2010. Dynamics of soil Oribatids (Acari) in a tropical regeneration ecosystem of Costa Rica. *ENTOMOTROPICA* 25(3): 125-132.

Soto-Rodríguez, G.A., Retana-Salazar, A.P. & Sanabria-Ujueta, C. 2009. Fluctuación poblacional y ecología de las especies de Thysanoptera asociadas a hortalizas en Alajuela, Costa Rica. *Revista Métodos en Ecología y Sistemática* 4(1):10-28.

Straalen, N.M. van. 1997. Community Structure of Soil Arthropods as Bioindicators of Soil Health. In: Pankhurts, C.E., Double, B.M. & Gupta. V.V.S.R. eds. *Biological Indicators of Soil Health.* CAB International, Wallingforth, UK, pp. 235-264.

Vasiliu-Oromulu, L. 2002. The temporal and spatial dynamics of the thrips populations from the mountainous meadows, *Thrips and tospoviruses*: Ed.Marullo & Mound, Publisher Australian National Insect Collection, Canberra: 295-313.

Vasiliu-Oromulu, L., Jenser, G., & Bărbuceanu, D. 2008. *Frankliniella intonsa* (Trybom, 1895) a very sensitive bioindicator for air pollution. *Acta Phytopatologica et Entomologica Hungarica*, 43(1):401-408.

Whitfield, S.M., Bell, K.E., Philippi, T., Sasa, M., Bolanos, F., Chaves, G. Savage, J.M. & Donnelly, M.A. 2007. Amphibian and reptile declines over 35 years at La Selva, Costa Rica. *PNAS*, 104:8352–8356. www.pnas.org_cgi_doi_10.1073_pnas.0611256104. Consultado el 29/12/2013.

Recibido: ***29 diciembre 2013***
Aceptado: ***7 marzo 2014***
Publicado en línea: ***9 marzo 2014***